

دکتر مانا علومی - بررسی بیومارکر CK19 در خون بیماران ...

## بررسی بیومارکر CK19 در خون بیماران مبتلا به سرطان پستان

دکتر مانا علومی\*، دکتر سعید بوذری\*\*، افسانه رسائیان\*\*\*، دکتر محمد علی محقق\*\*\*\*

### چکیده:

**زمینه و هدف:** سرطان پستان، یکی از عوامل اصلی مرگ و میر در زنان می باشد که در نتیجه ابتلا به آن سالانه حدود ۴۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست می دهند. سرطان پستان در ایران و جهان یکی از شایعترین بدخیمی ها در بین زنان گزارش شده است، اما اپیدمیولوژی سرطان پستان در ایران مشخص نیست. تشخیص زود هنگام سلول های سرطانی انتشار یافته در خون محیطی می تواند به درمان به موقع بیماری کمک زیادی نماید. در حالیکه هتروژنیته سرطان پستان در سطح مولکولی مشاهده شده است، سلول های سرطانی انتشار یافته در خون محیطی می تواند به عنوان یک مارکر جدید مطرح گردد. از طرف دیگر مارکر سیتوکراتین ۱۹ در خون بطور تقریبی در ۲۰-۴۰٪ بیماران قابل شناسایی گزارش شده است.

**مواد و روش ها:** در این بررسی ابتدا از خون ۶۰ نمونه انسانی (۳۰ بیمار و ۳۰ فرد سالم) RNA استخراج گردید. با استفاده از پرایمرهای اختصاصی ژن سیتوکراتین ۱۹ (CK19)، تکنیک RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) بر روی RNA استخراج شده انجام گرفت. سپس با استفاده از روش آماری کای اسکور اهمیت بیان ژن مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته ها:** نتایج بیان سیتوکراتین در بین بیماران و افراد سالم نشان داد که از مجموع ۳۰ بیمار در تمامی موارد بیان ژن CK19 مشاهده گردید. در حالیکه افراد سالم در دو گروه قرار گرفتند: در یک گروه سیتوکراتین بیان نشد، اما در گروه دیگری از افراد سالم بیان سیتوکراتین مشاهده شد. بیان سیتوکراتین در این گروه از افراد سالم با سابقه فامیلی بیماری سرطان در ارتباط بود.

**نتیجه گیری:** بررسی حضور بیومارکر سیتوکراتین ۱۹ در مراحل اولیه بیماری می تواند به عنوان شاخص پیش آگهی مناسبی در خون بیماران مطرح گردد. بررسی تعداد بیشتری از بیماران با مارکرهاي بیشتر با ارزش تشخیصی و یا با ارزش پیش آگهی بیماری در بررسی های آینده باید مورد توجه قرار گیرد.

### واژه های کلیدی: سرطان پستان، بیومارکر

### زمینه و هدف

میزان شیوع سرطان پستان در زنان افزایش یافته و یکی از شایعترین بدخیمی ها در بین زنان ایرانی شناخته شده است.

سرطان پستان شایعترین سرطان بین زنان در دنیا است.<sup>۱</sup> در کشورهای آسیایی مانند ایران نیز طی چهار دهه گذشته

نویسنده پاسخگو: دکتر مانا علومی

تلفن: ۲۰ - ۶۶۹۵۳۳۱۱

E-mail: [manaoloomi@yahoo.com](mailto:manaoloomi@yahoo.com)

\* استادیار گروه بیولوژی مولکولی، انستیتو پاستور ایران

\*\* استاد گروه بیولوژی مولکولی، انستیتو پاستور ایران

\*\*\* کارشناس ارشد زیست جانوری، دانشگاه آزاد اسلامی

\*\*\*\* دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات سرطان

تاریخ وصول: ۱۳۸۹/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۱۱

## مواد و روش‌ها

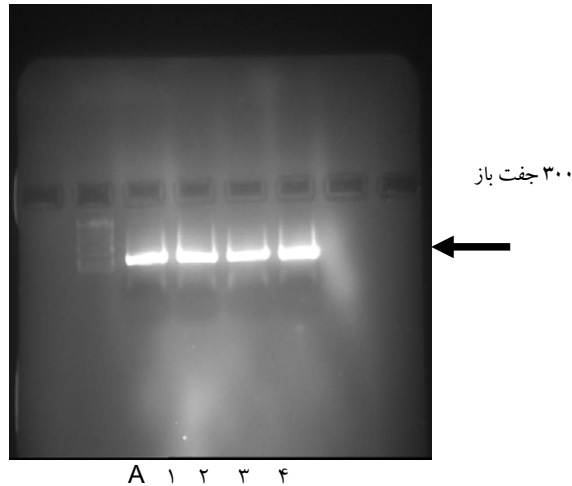
بیماران مراجعه کننده به بیمارستان امام پس از تشخیص توسط متخصص و قبل از انجام هرگونه درمانی انتخاب شده و افراد سالم پس از معاینه پزشکی بطور داوطلبانه در این بررسی شرکت نمودند. جهت انجام بررسی آماری، تعداد ۳۰ بیمار و ۳۰ فرد سالم مورد بررسی قرار گرفت. بیماران و افراد سالم در این بررسی در گروه‌های سنی یکسانی در نظر گرفته شدند.

در این پژوهش نمونه خون از افراد، با تشخیص سرطان پستان و از افراد سالم با حداقل سن ۲۲ سال و حداکثر ۷۷ سال مورد بررسی قرار گرفت. قبل از خون‌گیری، فرم‌های رضایت نامه و پرسشنامه توسط افراد پر شده و موارد فوق از افراد در نظر گرفته شد: سن بیمار، وضعیت تأهل، تعداد فرزندان، سابقه ابتلا بستگان به سرطان، مصرف دارو، نام داروی مصرفی، آدرس پستی و شماره تماس، سپس نمونه‌ها به انستیتو پاستور انتقال داده شد و استخراج RNA از ۳۰۰ میکرولیتر خون کامل با استفاده از کیت Bioneer صورت گرفت، جهت استخراج ۳۰۰ میکرولیتر از خون کامل و ۹۰۰ میکرولیتر بافر ضد انعقاد را وارد یک تیوب ۱/۵ میلی‌لیتر نموده سپس کاملاً مخلوط کرده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد. بعد از این مرحله، نمونه به مدت ۱۵ دقیقه داخل سانتی‌فیوژ قرار گرفته (دور ۵۰۰۰) و به رسوب حاصله ۲۰۰ میکرولیتر از بافر سوسپانسیون اضافه گردید. پس از آن ۲۰۰ میکرولیتر از بافر لیزکننده به محلول اضافه شد و در مرحله آخر کلروفرم اضافه گردید و در سانتی‌فیوژ قرار داده شد (دور ۱۳۰۰۰). در این مرحله RNA به مدت ۲۴ ساعت در ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده می‌شود. سپس در مرحله بعدی واکنش RT-PCR با استفاده از پرایمر Glyceraldehyde 3- (House Keeping Gene) Phosphate Dehydrogenase (GAPDH) روی RNA استخراج شده انجام می‌شود. این مرحله در حجم ۲۵ میکرولیتر شامل: ۱۴ میکرولیتر آب، ۱ میکرولیتر DNTTP، ۱ میکرولیتر آنزیم، و ۵ میکرولیتر بافر 5x، ۲ میکرولیتر پرایمر و ۲ میکرولیتر از نمونه (۱-۵/۰ μg) انجام شد. پس از اطمینان از کیفیت RNA حاصله از طریق این روش، واکنش RT-PCR با استفاده از پرایمر CK19 بر روی نمونه صورت گرفت. واکنش RT-PCR در یک مرحله و با استفاده از کیت Bioneer انجام شد. سپس جهت انجام تست RT-PCR بر طبق بروشور کیت، مخلوط RNA استخراج شده و پرایمر Reverse را در یک تیوب استریل وارد و در ۷۰ درجه سانتی‌گراد سانتی‌گراد برای ۵ دقیقه

این نوع سرطان در زنان کمتر از ۳۰ سال نادر است و پس از ۴۰ سالگی شیوع آن بیشتر می‌شود. در کشور آمریکا به عنوان دومین عامل مرگ و میر بعد از سرطان ریه در زنان محسوب می‌شود و نزدیک به ۴۰/۰۰۰ تا ۵۰/۰۰۰ مرگ به علت این بیماری در آمریکا گزارش شده است. سرطان پستان به عنوان اولین علت مرگ و میر خانم‌های ۴۰-۴۵ ساله در کانادا محسوب می‌شود. آمار سال ۲۰۰۱ نشان می‌دهد که به طور متوسط از ۴۰۰ زن کانادایی ۱۴ نفر دچار سرطان پستان می‌شوند. در ایران سرطان پستان در زنان یک دهه زودتر نسبت به کشورهای توسعه یافته ایجاد می‌شود. میزان مرگ و میر سرطان پستان در ایران در سال ۱۹۹۸ از هر ۱۰۰/۰۰۰ نفر<sup>۲</sup> و در سال ۲۰۰۱، ۷۷۶۲ مرگ در ۱۸ استان ایران، گزارش شده است.<sup>۳</sup> با توجه به پایین بودن سن ابتلا به بیماری در ایران، تشخیص زود هنگام آن یکی از مهمترین چالش‌ها در جهت سلامت جامعه است. از طرف دیگر تشخیص زود هنگام سرطان پستان باعث درمان به موقع این بیماری خواهد شد. نشان داده شده است که تشخیص سلول‌های منتشر شده در خون محیطی حتی به اندازه یک سلول یا بیشتر می‌تواند برای تشخیص زود هنگام مفید واقع شود. سرطان پستان به تغییرات ژنتیکی وابسته است که این تغییرات می‌تواند مربوط به ژن‌های سوماتیک باشند.<sup>۴</sup> سیتوکراتین-۱۹ از فیلامنت‌های بینابینی سلول‌های اپی‌تلیال است که به عنوان یک بیو مارکر عمومی در سرطان سلول‌های اپی‌تلیالی مطرح شده است.<sup>۵-۶</sup> در انواع کارسینوما، تغییرات در بیان سیتوکراتین‌ها مانند افزایش رونویسی از این ژن ممکن است در زمان پیشرفت تومور اتفاق بیفتد و شناسایی این مارکر ممکن است بتواند به تشخیص به موقع بیماری کمک نماید.<sup>۷-۹</sup>

بیان این مارکر به وفور در سلول‌های سرطان‌ها با منشأ اپی‌تلیال گزارش شده است.<sup>۱۰-۱۱</sup> در این بررسی نیز با استفاده از تست تشخیصی RT-PCR، mRNA مارکر سیتوکراتین-۱۹ در خون بیماران سرطان پستان و در افراد سالم بررسی شد. با توجه به اینکه تعداد سلول‌های سرطانی انتشار یافته در خون وریدی بسیار کم است، به همین علت تکنیک مورد نیاز برای تشخیص علاوه بر اینکه باید از حساسیت زیادی برخوردار باشد، ویژگی آن نیز اهمیت دارد. در این بررسی، بیان سیتوکراتین با استفاده از تکنیک RT-PCR که می‌تواند هر دو ویژگی را دارا باشد، در بیماران و افراد سالم مورد شناسایی قرار گرفت.<sup>۱۲ و ۱۳</sup>

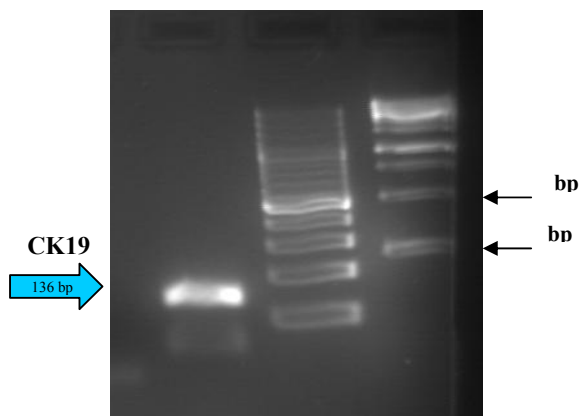
گفت که هیچگونه باند غیر اختصاصی بر روی ژل آگارز مشاهده نشد (تصویر ۲).



تصویر ۱ - محصول تکثیر ژن GAPDH

A: مارکر ۲۵۰ جفت بازی

۱ و ۲ و ۳ و ۴ محصول تکثیر ژن GAPDH (۳۰۰ جفت باز) مربوط به نمونه‌ها



تصویر ۲ - بیان ژن CK19 در نمونه‌های مورد مطالعه

اندازه دقیق ژن CK19 در تصویر ۲ از طریق دو مارکر ۱۰۰ و ۲۵۰

جفت بازی مشخص می‌شود.

A: قطعه CK19 با طول ۱۳۶ جفت باز مربوط به بیمار

B: مارکر ۱۰۰ جفت باز

C: مارکر ۲۵۰ جفت باز

قرار گرفته و بر روی یخ، به این مخلوط پرایمر Forward اضافه گشته و به حجم رساندیم. برنامه RT-PCR در یک مرحله و به روش زیر انجام شد: ابتدا ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه، سپس ۴۲ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ دقیقه و پس از آن در دمای ۹۴ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد. محصول RT-PCR روی ژل آگارز ۲ درصد الکتروفورز می‌گردد. پرایمرهای طراحی شده جهت بیومارکر CK19 و GAPDH در ذیل آمده است:

جدول ۱ - پرایمرهای استفاده شده جهت بیومارکر CK19 و GAPDH

| نام پرایمر | سکانس پرایمرهای استفاده شده  |
|------------|------------------------------|
| CK19f      | 5'-ATgAAAgCTgCCTTgGAAgA-3'   |
| CK19r      | 5'-TgATTCTgCCgCTCACTATCAg-3' |
| GAPDHf     | 5'-ggTCggAgTCAACggATTg-3'    |
| GAPD Hr    | 5'-ATgAgCCCCAgCCTTCTCCAT-3'  |

## روش‌های آماری

جهت تحلیل آماری از برنامه SPSS استفاده شده و نمودارها در Excel رسم شدند. در این بررسی از آزمون کای اسکور با جداول دو بعدی استفاده شد.

## یافته‌ها

ابتدا جهت اطمینان از صحت RNA الگو استخراج شده در دو گروه بیان ژن GAPDH مورد بررسی قرار گرفت.

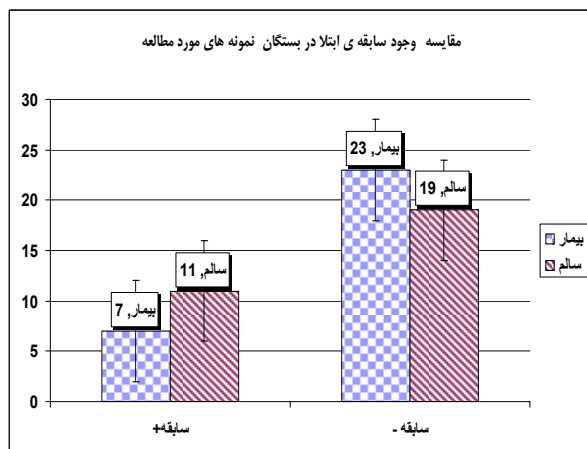
### ۱- تکثیر ژن GAPDH :

محصول واکنش RT-PCR، با استفاده از پرایمرهای GAPDH بر روی RNA الگو استخراج شده، بدست آمد. در نتیجه الکتروفورز باندی با طول ۳۰۰ جفت باز حاصل شد که کمی بالاتر از مارکر ۲۵۰ جفت باز قرار می‌گیرد (تصویر ۱). بررسی این ژن جهت صحت و خلوص RNA استخراج شده انجام شد.

### ۲- تکثیر ژن Ck19:

در مورد پرایمر CK19 هم محصول واکنش RT-PCR پس از الکتروفورز یک قطعه ۱۳۶ نوکلئوتیدی بود که کمی بالاتر از مارکر روی ژل آگارز مشاهده گردید (تصویر ۲). در این تست پرایمر CK19 بسیار اختصاصی عمل کرده و می‌توان

نمودار ۲- ارتباط بیان ژن سیتوکراتین-۱۹ با سابقه فامیلی سرطان



در بررسی آماری و با استفاده از آزمون کای اسکور نشان داده شد که در گروه سالم سابقه فامیلی در ارتباط با بیان ژن سیتوکراتین-۱۹ بوده و با  $P < 0.005$  تفاوت معنی دار می باشد.

### بحث و نتیجه گیری

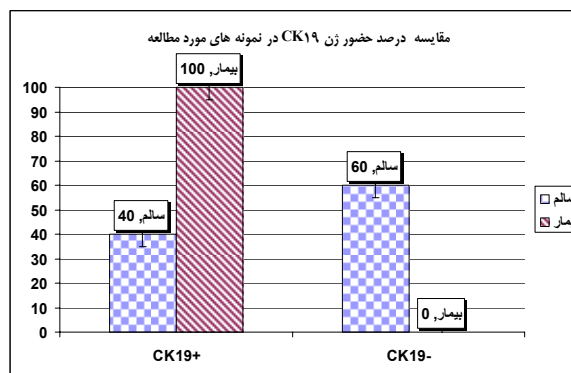
در سال ۲۰۰۳، تحقیقات Smith و همکارانش<sup>۱۲</sup> نشان داد که تشخیص به موقع سرطان پستان باعث جلوگیری از مرگ و میر زود هنگام بیماران خواهد شد. Bieche و همکارانش<sup>۵</sup> در سال ۲۰۰۴ طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که: سیتوکراتین از فیلامنت های سلول های اپیتلیال حاصل شده و در سلول های اپیتلیال بیشتر بافت ها بیان می شود. سلول های سرطانی خیلی زودتر از زمان آغاز بیماری در خون وریدی منتشر می شوند و نشان داده شده است که سرطان پستان یک بیماری سیستمیک می باشد.

در انواع کارسینوما ممکن است تغییرات منحصر به فردی در بیان ژن سیتوکراتین صورت گیرد که این تغییرات در طول گسترش تومور اتفاق می افتد. افراد باید قبل از دریافت دارو و هر گونه درمانی اعم از شیمی درمانی و یا رادیوتراپی و یا هورمون درمانی بررسی شده، زیرا موارد فوق می تواند منجر به تغییر نتایج گردد. در این بررسی نیز در تمام افراد بیمار سیتوکراتین-۱۹ بیان شد. نتایج به دست آمده نشان دهنده این هستند که این روش می تواند جهت تشخیص و یافتن سلول های سرطانی در خون مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش سابقه فامیلی نیز در افراد بیمار و سالم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیان سیتوکراتین-۱۹ در افراد

بررسی بیان با استفاده از آزمون کای اسکور از طریق جداول دو بعدی، نشان دهنده ارتباط معنی دار ( $P < 0.001$ ) بین بیان ژن CK19 در خون بیماران و ابتلا به سرطان پستان می باشد (در این تست  $P < 0.05$ ، نشان دهنده معنی دار بودن است) نمودار ۱.

بیان سیتوکراتین در افراد بیمار ۱۰۰٪، و در ۴۰٪ از افرادی که سالم بودند، مشاهده گردید.

نمودار ۱- مقایسه درصد حضور ژن CK19 در نمونه های مورد مطالعه



همانطوریکه در جدول ۲ مشاهده می شود از ۴۲ مورد مطالعه شده که سیتوکراتین ۱۹ در آنها بیان شده است، ۳۰ مورد بیمار و ۱۲ مورد بیمار نبودند. در حالیکه از ۳۰ فردی که بیماری را نشان ندادند (افراد سالم)، در ۱۲ نفر بیان سیتوکراتین ۱۹ مشاهده شده و ۱۸ نفر از آنها بیان ژن سیتوکراتین ۱۹ را نشان ندادند.

جدول ۲- نمونه های مورد بررسی از نظر بیان مارکر CK-19

| افراد | CK19+ | CK19- | جمع |
|-------|-------|-------|-----|
| بیمار | ۳۰    | ۰     | ۳۰  |
| سالم  | ۳۶    | ۱۸    | ۳۰  |
| مجموع | ۴۲    | ۱۸    | ۶۰  |

در تحقیق حاضر سابقه بیماری در کل افراد در نظر گرفته شد، در بیماران به نظر می رسد که از بین تعداد ۳۰ نفر بیمار مورد بررسی تنها ۷ نفر (۲۳٪) سابقه ابتلا در بستگان را داشتند، در ۲۳ بیمار (۷۶٪) دیگر این سابقه دیده نشد. در افراد سالم سابقه ابتلا در ۱۱ نفر (۳۶٪) از بستگان دیده شد و در ۱۹ فرد دیگر (۶۳٪) سابقه ابتلا دیده نشد.

بیمار بدون ارتباط معنی‌دار با سابقه فامیلی است، این در حالی است که در افراد سالم یکی از دلایل بیان سیتوکراتین می‌تواند سابقه فامیلی باشد.

سن ابتلا به بیماری نیز در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت و نتایج پژوهش‌های قبلی را تأیید نمود.<sup>۱۴</sup> این آمار پایین بودن سن ابتلا را در کشور ایران نشان می‌دهد. میانگین سنی بیماران بین ۴۰ تا ۵۰ سال بوده و نسبت به کل جهان میانگین پائین‌تری را نشان می‌دهد.<sup>۱۴</sup>

نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که بیان سیتوکراتین در افراد بیمار می‌تواند به علت منتشر شدن سلول‌های سرطانی در خون باشد. ارتباط کلینیکال تشخیص مارکر در خون محیطی با بیماران سرطان پستان در مطالعات آینده ارزش داشته<sup>۱۵</sup> و بدون شک تشخیص مولکولی آن ارزش بالینی خواهد داشت.<sup>۱۵و۷</sup>

در پژوهش حاضر زمانی که تومور رشد یافته بود، از بیمار خون وریدی گرفته شد و مورد بررسی قرار گرفت، در این مرحله بیان اختصاصی و ویژه بیومارکر سیتوکراتین ۱۹ در تمام بیماران دیده شد. طی آنالیز آماری نشان داده شد که بین بیان این مارکر و بیماری رابطه کاملاً معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

سیتوکراتین در افراد سالم هم مورد بررسی قرار گرفت تا مقایسه‌ای بین افراد سالم و افراد بیمار صورت گیرد، که بعد از بررسی مشاهده شد که با وجود بیمار نبودن این افراد بیان بیومارکر سیتوکراتین ۱۹ مشاهده می‌شود. علت مشترک بیان سیتوکراتین در افراد سالم می‌تواند داشتن ریسک فاکتور سابقه خانوادگی ابتلا به سرطان باشد. سابقه خانوادگی ابتلا به سرطان در بستگان افراد سالم دیده شد، که طی آنالیز آماری صورت گرفته به نظر می‌رسد که ارتباط معنی‌داری بین زمینه ابتلا به بیماری (که در اینجا داشتن سابقه خانوادگی ابتلا به سرطان می‌باشد) و بیان سیتوکراتین مشاهده می‌شود. این ارتباط در مورد بیماران معنی‌دار نبوده که ممکن است به دلیل تعداد کم نمونه‌گیری باشد. بیومارکر سیتوکراتین ۱۹ در بقیه افراد سالم بیان نشد که به نظر می‌رسد می‌تواند به دلیل نداشتن ریسک فاکتور مرتبط با بیماری سرطان باشد.

از طرف دیگر مطالعات فوق نمایانگر اهمیت بیان بیومارکر Ck19 در شناسایی بیماران می‌باشد که بررسی روی نمونه‌های بیشتر و همچنین بررسی تغییرات آن طی پروسه درمانی می‌تواند اهمیت مارکر فوق را بیشتر آشکار نماید.

**Abstract:**

## **Evaluation of CK-19 Biomarker in the Peripheral Blood of Breast Cancer Patients**

*Oloomi M. PhD<sup>\*</sup>, Bouzari S. PhD<sup>\*\*</sup>, Rassaeian A. MSc<sup>\*\*\*</sup>, Mohagheghi M.A. MD<sup>\*\*\*\*</sup>*

(Received: 1 March 2011      Accepted: 1 June 2011)

**Introduction & Objective:** Breast cancer is one of the main causes of cancer-related mortality, resulting in approximately 40,000 to 50, 000 deaths annually. Breast cancer is the most prevalent cancer in Iran and in the world, but the epidemiological aspects of Iranian breast cancer is uncertain. Early diagnosis of cancer cells in the peripheral blood is a critical determinant for proper treatment. In spite of the heterogeneity of breast cancer at the molecular level, circulating tumor cells (CTCs) may provide a novel marker. On the other hand, approximately 20-40% of breast cancer patients have shown detectable Cytokeratin 19 (CK19).

**Materials & Methods:** In the present study, the RNA of blood cells of 60 samples (30 patients and 30 normal) was extracted. The RT-PCR technique was applied to the extracted RNA, using specific primers. CK19 expression was evaluated by statistical chi-square test.

**Results:** Cytokeratin-19 was found to be present in the blood of all the patients. However, normal samples were divided in two groups: a) with cytokeratin expression b) without cytokeratin expression. Cytokeratin expression was related with history of cancer in their family.

**Conclusions:** Investigation on the presence of Cytokeratin-19 biomarker in the early stages of disease could be a suitable prognostic factor in blood of the patients. Study on a larger number of patients with more biomarkers with the predictive and/or prognostic value should be considered in the future studies.

***Key Words: Breast Cancer, Biomarker***

<sup>\*</sup>  
*Assistant Professor of Molecular Biology Unit, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran*

<sup>\*\*</sup>  
*Professor of Molecular Biology Unit, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran*

<sup>\*\*\*</sup>  
*Master of Science of Biology, Azad University, Tehran, Iran*

<sup>\*\*\*\*</sup>  
*Associate Professor, Cancer Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

## References:

1. Harirchi I, Karbakhsh M, Kashefi A, Momtahn AJ. Breast cancer in Iran: results of a multi-center study. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2004; 5(1): 24-7.
2. Mohagheghi MA, Mosavi-Jarrahi A, Malekzadeh R, Parkin M. Cancer incidence in Tehran metropolis: the first report from the Tehran Population-based Cancer Registry, 1998-2001. *Arch Iran Med*. 2009; 12(1):15-23.
3. Mohagheghi MA, Jarrahi AM, Harirchi I, Najafi M, Ebrahimi M. Breast cancer in Iran: an epidemiological review. *Mousavi SM, Montazeri A, Breast J*. 2007; 13(4): 383-91.
4. Lodish H, Berk A, Zipursky SL, Matsudaira P, Baltimore D, Darnell JE. *Molecular cell biology*, 4<sup>th</sup> edition. 2005.
5. Bièche I, Tozlu S, Girault I, Lidereau R. Identification of a three-gene expression signature of poor-prognosis breast carcinoma. *Mol Cancer* 2004; 3: 37.
6. Cruz I, Ciudad J, Cruz JJ, Ramos M, Gómez-Alonso A, Adansa JC, Rodríguez C, Orfao A. Evaluation of multiparameter flow cytometry for the detection of breast cancer tumor cells in blood samples. *Am J Clin Pathol* 2005; 123: 66-74.
7. Etzioni R, Urban N, Ramsey S, McIntosh M, Schwartz S, Reid B, Radich J, Anderson G, Hartwell L. The case for early detection. *Nat Rev Cancer* 2003; 3: 243-52.
8. Fabisiwicz A, Kulik J, Kober P, Brewczyńska E, Pieńkowski T, Siedlecki JA. Detection of circulating breast cancer cells in peripheral blood by a two-marker reverse transcriptase-polymerase chain reaction assay. *Acta Biochim Pol* 2004; 51: 747-55.
9. Aerts J, Wynendaele W, Paridaens R, Christiaens MR, van den Bogaert W, van Oosterom AT, Vandekerckhove F. A real-time quantitative reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR) to detect breast carcinoma cells in peripheral blood. *Ann Oncol* 2001; 12: 39-46.
10. Alvero AB, Burtneess BA, Ercan AG, Sapi E. Improved method for the detection of cytokeratin 19-positive cells in the peripheral blood of breast cancer patients. *Lab Invest* 2004; 84: 658-61.
11. Bilchik A, Miyashiro M, Kelley M, Kuo C, Fujiwara Y, Nakamori S, Monden M, Hoon DS. Molecular detection of metastatic pancreatic carcinoma cells using a multimarker reverse transcriptase-polymerase chain reaction assay. *Cancer* 2000; 88: 1037-44.
12. Smith RA, Cokkinides V, Eyre HJ. American Cancer Society guidelines for the early detection of cancer, American Cancer Society. *CA Cancer J Clin* 2003; 53: 27-43.
13. Smith RA, Saslow D, Sawyer KA, Burke W, Costanza ME, Evans WP, Foster RS Jr, Hendrick E, Eyre HJ, Sener S. American Cancer Society guidelines for breast cancer screening: update. American Cancer Society High-Risk Work Group; American Cancer Society Screening Older Women Work Group; American Cancer Society Mammography Work Group; American Cancer Society Physical Examination Work Group; American Cancer Society New Technologies Work Group; American Cancer Society Breast Cancer Advisory Group. *CA Cancer J Clin* 2003; 53: 141-69.
14. Doroudchi M, Talei A, Modjtahedi H, Dehaghani AS, Pezeshki AM, Thomas H, Ghaderi A. Serum level of Her-2 extracellular domain in Iranian patients with breast cancer: A follow-up study. *Iran J Immunol* 2005; 2: 191-200.
15. Ignatiadis M, Kallergi G, Ntoulia M, Perraki M, Apostolaki S, Kafousi M, Chlouverakis G, Stathopoulos E, Lianidou E, Georgoulas V, Mavroudis D. Prognostic value of the molecular detection of circulating tumor cells using a multimarker reverse transcription-PCR assay for cytokeratin 19, mammaglobin A, and HER2 in early breast cancer. *Clin Cancer Res* 2008; 14: 2593-600.